

الله أكبر

۹۲۵۱۷



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
دانشکده جنگلداری

پایان نامه کارشناسی ارشد

طراحی شبکه جاده‌های حوزه طرح جنگلداری چند منظوره

آرم‌رده (بانه)

تحقیق و نگارش:

محسن مصطفی

استاد راهنما:

دکتر نصرت الله رأفت‌نیا

اساتید مشاور:

دکتر شعبان شتایی

دکتر هدایت غضنفری

۱۳۸۶ / ۱۱ / ۱۲

دی ۱۳۸۶

۴۳۵۱۷



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی

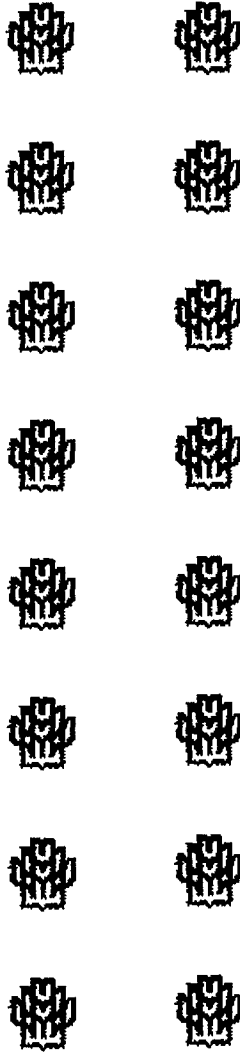
بسمه تعالی

فرم شماره ۴ آئین نامه کارشناسی ارشد

مدیر محترم گروه آموزشی

بدینوسیله اعلام می دارد جلسه دفاعیه پایان نامه کارشناسی ارشد آقای محسن مصطفی

به شماره دانشجویی ۸۴۱۸۰۱۳۱۰۷ رشته جنگلداری با عنوان " طراحی شبکه جاده های حوزه طرح جنگلداری چند منظوره آرمرده " با حضور اعضای هیأت داوران در تاریخ ۱۳۸۶/۱۰/۱ ساعت ۱۳ الی ۱۵ در محل تالار مهندس خاوری به شرح ذیل با نمره ۱۹/۸ با حروف نوزده و هشت دهم پذیرفته شد .



اعضای هیأت داوران:	نام و نام خانوادگی:	امضاء
۱- استاد راهنما	دکتر نصرت اله رافت نیا	
۳- استاد مشاور	دکتر شعبان شتایی جویباری	
۴- استادمشاور	دکتر هدایت غضنفری	
۵- عضو هیأت داوران	دکتر محمد هادی معیری	
۶- عضو هیأت داوران	دکتر هاشم حبشی	
۷- نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه	دکتر ابوالقاسم خزاعیان	

کان : خیابان شهید بهشتی
دوق پستی : ۳۸۶
ن : ۲۲۲۹۹۰۱
ر : ۲۲۵۱۷۰۳
E.m
Guasnr@gau.ac
ز تلفن : ۲۲۲۴۲۷
۲۲۲۰۳۲

تقدیم به:

اعضای خانوادگی

و

استاد راهنمای سرپرست

تقدیر و تشکر

بر خود لازم می‌دانم از همه کسانی که بنده را در راستای انجام این تحقیق راهنمایی و یاری نمودند تشکر و قدردانی نمایم:

- استاد محترم راهنما جناب آقای دکتر نصرت الله رأفت‌نیا

- اساتید مشاور محترم، آقایان دکتر شعبان شتایی و دکتر غضنفری

- آقایان دکتر ابولقاسم خزاعیان نماینده محترم تحصیلات تکمیلی، دکتر محمد هادی معیری و دکتر هاشم حبشی داوران پایان نامه و اعضای محترم گروه جنگداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

- آقایان مهندس امید عبدی، مهندس محمد رشید امینی، دکتر مصطفی رقیمی عضو هیأت علمی گروه زمین شناسی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، مهندس پرویز فاتحی کارشناس مرکز تحقیقات منابع طبیعی کردستان، کریم شریفی رئیس اداره منابع طبیعی شهرستان بانه، مهندس جعفر عبدالله پور کارشناس اداره منابع طبیعی بانه و خانم مهندس لیلا رضازاده کارشناس مرکز پژوهش و توسعه جنگلهای زاگرس شمالی.

- کارکنان زحمتکش دانشکده آقایان مهندس میرزایی، مهندس کر، رجیبی، کردی، حق شناس، خانم مهندس رفیعی، خانم مهندس نیک اختر و خانم ساوری

- دوستان عزیزم آقایان زاهد شاکری، تحسین مصطفی، جهانگیر محمدی، مجتبی امیری، احمد ولی پور، اسعد مهدوی، نیکنام سلیمانی، رئوف مصطفی زاده، علیرضا علی عرب، رضا عقیلی و هادی افرا.

چکیده

استفاده از GIS به عنوان یک ابزار قوی در پردازش حجم زیاد اطلاعات، امکان طراحی مسیر جاده را با هزینه پایین و حداقل زمان در سال‌های اخیر فراهم کرده است. هدف اصلی این تحقیق بررسی وضعیت جاده‌های موجود و طراحی شبکه جاده حوزه بر اساس طرح جنگلداری چند منظوره آرمرده بانه می‌باشد. به منظور تولید نقشه‌های پایه برای طراحی جاده با استفاده از خطوط منحنی میزان نقشه ۱/۵۰۰۰۰، نقشه مدل رقومی زمین منطقه در فرمت TIN تهیه شد. نقشه‌های شیب و جهت از مدل رقومی تهیه گردید. همچنین نقشه‌های عوامل تأثیرگذار از قبیل فاصله از مناطق روستایی و تفرجی و تیپ جنگل در محیط GIS با فرمت رستری تهیه گردید. چهار لایه شیب، جهت، تیپ و فاصله از مناطق مسکونی و تفرجی به عنوان مهمترین عوامل تأثیرگذار در طراحی مسیر جاده با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی وزن‌دهی شدند، سپس در محیط GIS با در نظر گرفتن وزن‌های به دست آمده نقشه قابلیت مناطق برای عبور مسیر جاده تهیه شد. در مرحله بعد لایه‌های مورد نیاز برای طراحی شامل نقشه مناطق مناسب جهت طراحی، رودخانه‌ها، مناطق مسکونی و تفریحی، و جاده‌های موجود وارد محیط GIS شدند. همچنین خطوط منحنی میزان با فاصله ۲۰ متر از مدل TIN تهیه و به آنها اضافه شد. طراحی مسیر جاده‌ها با استفاده از برنامه جانبی PEGGER در محیط Arc View در سه مرحله انجام شد. با نمایش لایه‌های مورد نیاز طراحی مسیر جاده از قبیل نقشه مناطق مناسب عبور مسیر، رودخانه‌ها، مناطق مسکونی و تفرجی در محیط GIS پیش‌بینی مسیرهای مختلف جاده صورت گرفت. در مرحله اول جاده‌هایی جهت دسترسی به مناطقی که طبق نقشه بدست آمده بهترین شرایط را برای عبور مسیر جاده داشته و همچنین دسترسی به مناطق جمعیتی بزرگ را امکان می‌ساخت، طراحی گردیدند. در مرحله دوم جاده‌هایی که از مناطق با شرایط متوسط عبور می‌نمودند و همچنین برای تکمیل کردن جاده‌های مرحله ۱، طراحی گردیدند. و در مرحله آخر شبکه جاده جهت دسترسی به مناطق با قابلیت عبور ضعیف و تکمیل جاده‌های قسمت ۱ و ۲ طراحی گردید. نتایج به دست آمده در این تحقیق نشان داد که استفاده از این روش، طراحی جاده با توجه به اهداف طرحهای جنگلداری چند منظوره به طور سریع و با هزینه پایین امکان‌پذیر می‌باشد و با توجه به استفاده همزمان از لایه‌های مختلف اطلاعاتی، استفاده از این روش می‌تواند جایگزین روشهای کلاسیک شود.

کلمات کلیدی: طراحی شبکه جاده، سامانه اطلاعات جغرافیایی، تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی، طرح جنگلداری چند منظوره

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول
۲	۱- مقدمه
۴	۱-۱ اهداف تحقیق
۵	۲-۱ کلیات
۵	۱-۲-۱ روش سنتی طراحی شبکه جاده
۶	۲-۲-۱ نقش (GIS) در طراحی شبکه جاده
۶	۳-۲-۱ فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)
۷	۴-۲-۱ مدل رقومی ارتفاع (DEM)
۷	۵-۲-۱ نقشه شیب و جهت
۹	فصل دوم
۱۰	۲- سابقه تحقیق
۱۰	۱-۲ بررسی کمی و کیفی شبکه جاده
۱۲	۲-۲ استانداردهای طراحی جاده
۱۲	۳-۲ طراحی و احداث شبکه جاده
۱۷	فصل سوم
۱۸	۳- مواد و روشها
۱۸	۱-۳ منطقه مورد مطالعه
۱۸	۱-۱-۳ موقعیت منطقه مورد مطالعه
۱۹	۲-۱-۳ تشریح موقعیت، تقسیمات سیاسی و اجتماعی منطقه
۱۹	۳-۱-۳ آب و هوا
۲۰	۴-۱-۳ بارندگی ^۱
۲۱	۵-۱-۳ اقلیم
۲۱	۶-۱-۳ پوشش گیاهی
۲۲	۷-۱-۳ زمین شناسی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۳	۳-۱-۸ خاک
۲۳	۳-۱-۹ حیات وحش
۲۴	۳-۲ روش تحقیق
۲۴	۳-۲-۱ ارزیابی کمی و کیفی جاده‌های موجود
۲۴	۳-۲-۱-۱ تهیه نقشه‌های پایه
۲۵	۳-۲-۱-۲ کنترل نقشه‌ها و تکمیل لایه‌های اطلاعاتی
۲۵	۳-۲-۱-۳ نمونه‌برداری از مشخصات فنی و هندسی مسیر
۲۵	۳-۲-۱-۴ درجه بندی جاده‌ها
۲۶	۳-۲-۱-۵ مقایسه جاده‌های موجود با استانداردها
۲۷	۳-۲-۲ طراحی مسیر
۲۷	۳-۲-۲-۱ شناسایی عوامل مؤثر در مسیریابی
۲۷	۳-۲-۲-۲ تهیه نقشه فاصله از مناطق روستایی و تفرجی
۲۷	۳-۲-۲-۳ تهیه نقشه جهات جغرافیایی
۲۸	۳-۲-۲-۴ تهیه نقشه هیدروگرافی
۲۸	۳-۲-۲-۵ تهیه نقشه زمین‌شناسی
۲۹	۳-۲-۲-۶ طبقه‌بندی نقشه عوامل تأثیر گذار در طراحی مسیر جاده‌ها
۲۹	۳-۲-۲-۷ وزن‌دهی عوامل تأثیر گذار در طراحی مسیر جاده‌ها
۳۰	۳-۲-۲-۸ تهیه نقشه مناطق مناسب برای عبور مسیر جاده
۳۰	۳-۲-۲-۹ طراحی مسیر با استفاده از PEGGER در محیط GIS
۳۲	۳-۲-۲-۱۰ ارزیابی مسیر طراحی شده و انتخاب مسیر مناسب
۳۵	فصل چهارم
۳۵	۴- نتایج
۳۵	۴-۱ کاربری فعلی اراضی حوزه طرح جنگلداری چند منظوره آرمرده
۳۶	۴-۲ مشخصات جاده‌های موجود
۳۸	۴-۳ نتایج حاصل از مقایسه مشخصه‌های فنی جاده‌های موجود با استانداردها

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۴۰	۴-۴ وضعیت شیب منطقه مورد مطالعه
۴۱	۴-۵ نتایج حاصل از تهیه نقشه فاصله از مناطق روستایی و تفرجی
۴۳	۴-۶ مشخصات تیپ جنگل
۴۴	۴-۷ نتایج حاصل از تهیه نقشه جهات جغرافیایی
۴۵	۴-۸ نتایج حاصل از تهیه نقشه هیدروگرافی
۴۷	۴-۹ نتایج حاصل از تهیه نقشه زمین شناسی
۴۸	۴-۱۰ نتایج حاصل از ارزش گذاری عوامل مؤثر در مسیریابی
۴۸	۴-۱۱ نتایج حاصل از تهیه نقشه قابلیت مناطق برای عبور مسیر جاده
۴۹	۴-۱۲ جاده‌های پیش‌بینی شده مرحله اول
۵۰	۴-۱۳ جاده‌های پیش‌بینی شده مرحله دوم
۵۱	۴-۱۴ جاده‌های پیش‌بینی شده مرحله سوم
۵۲	۴-۱۵ مشخصات کل جاده‌های پیش‌بینی شده
۵۳	۴-۱۶ وضعیت جاده‌های پیش‌بینی شده بر روی نقشه کاربری اراضی
۵۴	۴-۱۷ وضعیت جاده‌های موجود بر روی نقشه قابلیت مناطق برای عبور مسیر جاده
۵۵	۴-۱۸ وضعیت جاده‌های پیش‌بینی شده بر روی نقشه قابلیت مناطق برای عبور مسیر جاده
	جاده
۵۷	فصل پنجم
۵۸	۵ - بحث و نتیجه گیری
۵۸	۵-۱ مطابقت مشخصه‌های فنی جاده‌های موجود با استانداردها
۵۹	۵-۲ ضرورت شبکه‌بندی جامع جاده‌ها
۶۲	۵-۳ ضرورت استفاده از GIS در مسیریابی
۶۵	۵-۴ پیشنهادات
۶۶	منابع

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۱۸	۳-۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه
۳۳	۳-۲ نمودار طراحی مسیر جاده‌ها
۳۶	۴-۱ نقشه کاربری اراضی فعلی منطقه مورد مطالعه
۳۸	۴-۲ نقشه جاده‌های موجود بر روی کاربری اراضی فعلی منطقه مورد مطالعه
۴۱	۴-۳ نقشه طبقات شیب منطقه مورد مطالعه
۴۲	۴-۴ نقشه فاصله از مناطق مسکونی و تفریحی
۴۴	۴-۵ نقشه تیپ‌بندی جنگل منطقه مورد مطالعه
۴۵	۴-۶ نقشه جهات جغرافیایی منطقه مورد مطالعه
۴۶	۴-۷ نقشه هیدروگرافی منطقه مورد مطالعه
۴۸	۴-۸ نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه
۴۹	۴-۹ نقشه قابلیت مناطق برای عبور مسیر جاده
۵۰	۴-۱۰ نقشه جاده‌های پیش‌بینی شده مرحله اول
۵۱	۴-۱۱ نقشه جاده‌های پیش‌بینی شده مرحله اول و دوم
۵۲	۴-۱۲ نقشه جاده‌های پیش‌بینی شده مرحله اول، دوم و سوم
۵۳	۴-۱۳ نقشه کل جاده‌های پیش‌بینی شده
۵۴	۴-۱۴ نقشه کل جاده‌های پیش‌بینی شده بر روی کاربری اراضی فعلی
۵۵	۴-۱۵ جاده‌های موجود بر روی نقشه قابلیت مناطق برای عبور مسیر جاده
۵۶	۴-۱۶ جاده‌های پیش‌بینی شده بر روی نقشه قابلیت مناطق برای عبور مسیر جاده

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۲۰	۱-۳ مقدار بارندگی منطقه مورد مطالعه
۳۰	۲-۳ شرایط هر کدام از مناطق برای عبور مسیر جاده
۳۵	۱-۴ مساحت کاربری‌های فعلی اراضی منطقه مورد مطالعه
۳۷	۲-۴ میانگین اجزاء پرفیل عرضی جاده‌های موجود در منطقه
۳۷	۳-۴ جاده‌های موجود در کاربری اراضی فعلی منطقه مورد مطالعه
۴۰	۴-۴ مقایسه اجزاء پروفیل عرضی جاده‌های موجود با استانداردها
۴۱	۵-۴ مساحت و درصد طبقات شیب منطقه مورد مطالعه
۴۲	۶-۴ مساحت و درصد بافرهای تشکیل شده منطقه مورد مطالعه
۴۳	۷-۴ مساحت و درصد تپ جنگل منطقه مورد مطالعه
۴۵	۸-۴ مساحت و درصد جهت‌های جغرافیایی منطقه مورد مطالعه
۴۶	۹-۴ مشخصات شبکه زهکشی براساس طبقه‌بندی روش استراهلر
۴۷	۱۰-۴ مساحت و درصد سنگ‌های منطقه مورد مطالعه
۴۹	۱۱-۴ مساحت و درصد قابلیت مناطق برای عبور جاده
۵۰	۱۲-۴ جزئیات جاده‌های پیش‌بینی شده مرحله اول
۵۱	۱۳-۴ جزئیات جاده‌های پیش‌بینی شده مرحله دوم
۵۲	۱۴-۴ جزئیات کل جاده‌های پیش‌بینی شده
۵۴	۱۵-۴ جاده‌های پیش‌بینی شده در کاربری اراضی فعلی
۵۵	۱۶-۴ جاده‌های موجود بر روی قابلیت مناطق برای عبور جاده
۵۶	۱۷-۴ جاده‌های پیش‌بینی شده بر روی قابلیت مناطق برای عبور جاده

فهرست ضمایم

صفحه	عنوان
الف-۱	جدول الف-۱ مشخصات لازم مربوط به جاده‌های جنگلی شمال کشور بر حسب درجه‌بندی آنها
الف-۲	جدول الف-۲ استانداردهای مربوط به جاده‌های روستایی بر حسب درجه‌بندی آنها
الف-۳	جدول الف-۳ درصد شیب طولی مجاز راه اعمال شده برای مناطق کوهستانی و جنگلی زاگرس مطابق با عملکرد و نوع جاده‌ها

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱- مقدمه

رویشگاه زاگرس بخش وسیعی از سلسله جبال زاگرس را شامل می‌شود که از شمال غرب کشور یعنی پیرانشهر شروع و تا حوالی شهرستان فیروزآباد ادامه دارد [۳۲]. سه گونه عمده این جنگلها عبارتند از: ویول *Q libani*، مازودار *Q. infectoria* و برودار *Q. persica*. احیاء جنگلهای زاگرس با توجه به ساختار اقتصادی جامعه جنگل‌نشین غرب کشور که بیشتر زندگی آنها به دامداری و کشاورزی وابسته‌اند، بسیار مشکل و در مواردی غیر ممکن به نظر می‌رسد [۱]. زیرا موانع و مشکلات موجود به صورت حلقه‌های به هم پیوسته در رسیدن به اهداف مورد نظر خود نمایی می‌کنند. لذا با توجه مشکلات و تخریب‌های موجود در این جنگلها سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور در سالهای اخیر اقدام به تهیه طرحهای جنگلداری چند منظوره نموده است. هدف این طرحها احیاء و مدیریت جنگلها با توجه به نیاز جنگل‌نشینان می‌باشد. به امید اینکه با حل معضل اجتماعی و اقتصادی ساکنان منطقه زمینه اولیه برای احیاء این جنگلها فراهم شود.

با توجه به اینکه جاده مهمترین عامل جهت دسترسی به یک مکان است، در رابطه با جنگلها و اجرای طرحهای جنگلداری جهت خروج چوب، کارهای احیایی، حفاظتی نقش بسزایی دارد. در منطقه مورد مطالعه محصول اصلی برداشتی از جنگل گلا (سرشاخه) می‌باشد و این محصول نیازی به حمل و نقل توسط ماشین ندارد، لذا جاده‌ای با هدف بهره‌برداری از جنگل در آن ساخته

نشده است. ولی از جاده‌های موجود برای انتقال محصولات غیر چوبی^۱ از قبیل مازو، گزو و سقز استفاده می‌شود.

احداث جاده‌های جنگلی به منظور حمل و نقل محصولات چوبی و غیره چوبی، دسترسی به جنگل و استفاده از خدمات مختلف آن و اجرای عملیات حفاظتی، ضروری می‌باشند [۲۴]. احداث جاده به منظور بهره‌برداری جنگل بایستی به نحوی صورت بگیرد که بتوان به راحتی به تمام نقاط منطقه دسترسی پیدا کرده و محصولات آنرا سالم و سریع، جهت تبدیل و مصرف به جاده‌های عام المنفعه رساند. از سوی دیگر در مناطق جنگلی با طراحی مناسب جاده می‌توان کمترین خسارت را به جنگل وارد کرده و درعین حال فضا را برای مدیریت بهینه آن فراهم کرد. بنابراین احداث این قبیل جاده‌های اصلی و انشعابات راههای فرعی آن بایستی حتی الامکان بدون خاکبرداری و خاکریزی زیاد صورت گیرد. از این رو سعی می‌شود با تغییر مسیر، تغییر شیب در حد مجاز، از خاکبرداری و خاکریزی زیاد و بی‌مورد خودداری شده و بدین وسیله بستر جاده تا حد امکان با پستی و بلندی منطقه انطباق داشته باشد [۱۳].

به طور کلی جاده‌ها به علت اختصاص هزینه‌های سنگین مربوط به طراحی، احداث و نگهداری و نیز اثرات منفی بر محیط‌زیست و حیات وحش دارای حساسیت زیادی از نظر اقتصادی، زیست‌محیطی و افکار عمومی هستند. با طراحی شبکه جاده مناسب می‌توان کارایی شبکه را افزایش داده و اثرات مخرب زیست‌محیطی و هزینه‌های ساخت را کاهش داد. به این منظور مطالعه گزینه‌های مختلف طراحی جاده (واریانت) در یک منطقه به منظور انتخاب گزینه بهینه بر مبنای کاهش اثرات مخرب زیست‌محیطی ضروری است.

در روش کلاسیک برای طراحی جاده‌های جنگلی پس از شناسایی منطقه از طریق جنگل گردشی و استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی تهیه نقشه شیب و مشخص کردن نقاط اجباری مثبت و منفی با بکارگیری روش گام پرگار اقدام به پیش‌بینی و طراحی مسیرها می‌گردید. استفاده

1- non timber forest product

از این روش وقت‌گیر بوده و هزینه‌بر می‌باشد. امروزه با پیشرفت علوم کامپیوتر و به تبع آن گسترش سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)¹ استفاده از روش‌های نوین طراحی جاده را به منظور کاهش زمان و هزینه فراهم شده است. برای رسیدن به اهداف برنامه طرح‌های جنگلداری چند منظوره در زاگرس شناسایی تمام پتانسیل‌های موجود منطقه با توجه به نیاز مردم و شرایط اکولوژیکی ضروری است، تا با استفاده از این اطلاعات بتوان در جهت تأمین نیازهای مردم و حفظ جنگل و در نتیجه توسعه پایدار گام‌های لازم را برداشت.

از جمله سؤالاتی که در زمینه طراحی شبکه جاده در محدوده طرح‌های جنگلداری چند منظوره مطرح می‌شوند، این است که آیا جاده‌های موجود در منطقه مورد مطالعه برای اجرا و رسیدن به اهداف طرح‌های جنگلداری چند منظوره و نیازهای روستایی کافی هستند؟ جاده‌های موجود از اصول فنی و هندسی مناسبی برخوردار هستند؟

۱-۱ اهداف تحقیق

الف) بررسی مشخصه‌های فنی شبکه جاده موجود.

ب) طراحی شبکه جدید جاده با توجه به پتانسیل منطقه و برنامه طرح جنگلداری چند منظوره. جاده‌های موجود در منطقه با اهداف بهره‌برداری از جنگل ساخته نشده‌اند، ولی از این جاده‌ها برای انتقال محصولات غیر چوبی از قبیل مازو، گزو و سقز استفاده می‌شود. مهمترین کاربرد آنها ایجاد ارتباط بین روستاها و مرکز بخش است. در این تحقیق مسائل صرف جاده‌های جنگلی در نظر گرفته نشده بلکه به وضعیت جاده‌ها با اهداف چند منظوره، که از جمله آنها انجام امورات مربوط به جنگل، کشاورزی و توریسم است، پرداخته می‌شود.

1- Geographic Information System

۲-۱ کلیات تحقیق

۱-۲-۱ روش رایج طراحی شبکه جاده

در گذشته برای تعیین مسیر جاده‌های جنگلی از یک رشته روابط کلی استفاده می‌شد و عواملی از قبیل نزدیک‌ترین شهرها و راههای مالرو، ملاک تعیین مسیر قرار می‌گرفت. ولی در شرایط امروز به علت ازدیاد روز افزون جمعیت و وسایل نقلیه، نه فقط عوامل ایمنی در پیچ جاده، شیب، سرعت و راحتی عبور از راهها ملاک قرار می‌گیرند، بلکه عوامل دیگری از قبیل تأثیر آبی راه در صنایع و کشاورزی موجود و تجارت نیز مورد توجه قرار می‌گیرند. به طور کلی روش متعادل در تعیین یک مسیر [۷]. عبارت خواهد بود از:

الف) نقشه‌برداری مقدماتی به وسیله بازدید و بررسی منطقه در یک سطح وسیع بین مبداء و مقصد جهت انتخاب بهترین مسیر.

ب) تعیین مسیرهای اجرایی بر روی نقشه و مقایسه جزئیات هر یک از این مسیرها با هم از قبیل سرعت وسیله نقلیه در مسیر، عرض راه، حداکثر شیب، محل عبور راه، طول راه، مخارج احداث راه، تأثیر مسیر در توسعه مناطق مجاور، هزینه نگهداری آینده راه، منظر و تسهیلات در طول مسیر، بهره‌برداری اقتصادی آینده از راه و سپس انتخاب بهترین و اقتصادی‌ترین مسیر.

ج) نقشه‌برداری و تعیین جزئیات لازم جهت تهیه نقشه پلان و ارزیابی حجم عملیات ساختمانی آن.

د) تعیین مسیر نهایی.

ذ) میخکوبی مسیر در طول پروژه، تعیین مسیر آبراهه‌ها، حریم راه، تعیین محل استراحتگاه‌های بین راه، تعیین ایستگاههای پمپ بنزین در طول مسیر، هتل تفرجگاه و غیره [۷].

در روش سنتی برای تلفیق اطلاعات از فن روی هم‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی به روش دستی استفاده می‌شد. در استفاده از این روش انتخاب تعداد فاکتورها محدود هستند و تعداد زیادی از داده‌های مکانی را نمی‌توان به کمک این فن تلفیق و مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. سامانه

اطلاعات جغرافیایی GIS امکان بکارگیری فاکتورهای زیادی در طراحی جاده‌ها، رفع نواقص مدیریتی، مطرح شدن معیارهای زیست‌محیطی و همچنین صرفه‌جویی در زمان را فراهم می‌سازد.

۲-۲-۱ نقش GIS در طراحی شبکه جاده

ایجاد و بکارگیری سامانه اطلاعات جغرافیایی منجر به بروز تغییرات و جهش‌های عظیمی در بسیاری از زمینه‌ها نظیر محیط‌زیست، آمایش سرزمین و جنگلداری شد. GIS موجب تغییر زمینه‌های دستی و کلاسیک، فعالیت‌ها و راهکارهای مسائل پیچیده و مفصل گردیده است. همچنین GIS تبادلات بهتر بین نظامهای مرتبط با مسائل و تأثیرگذاری متقابل هر یک از زمینه‌های تخصصی آن را فراهم نموده است [۲۴]. استفاده از GIS در طراحی شبکه جاده باعث صرفه‌جویی در زمان، روی هم‌گذاری لایه‌های زیاد اطلاعاتی، به کارگیری فاکتورهای جزئی، امکان تجزیه و تحلیل حجم بالایی از اطلاعات، امکان استفاده از نقشه‌ها با دقت بالاتر و امکان ویرایش بهتر، سرعت عمل بالا و هزینه پایین گردیده است.

۳-۲-۱ فرآیند تحلیل سلسله مراتبی^۱ (AHP)

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چند گانه است، زیرا این تفکیک امکان فرموله کردن مساله را بصورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مساله دارد. این فرآیند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را فراهم می‌سازد [۲۲].

1- Analytical Hierarchy Process

۱-۲-۴ مدل رقومی ارتفاع DEM¹

مدل رقومی ارتفاع را به بیان ساده می‌توان یک نقشه رقومی دانست که حاوی ارتفاع تمام نقاط منطقه تحت پوشش خود است. مدل رقومی ارتفاع می‌تواند به هر یک از دو ساختار اصلی داده در GIS یعنی رستری و برداری تولید شود. ارزش هر سلول در یک DEM با ساختار رستری معادل ارتفاع متوسط قطعه کوچکی از زمین خواهد بود. مدل رقومی ارتفاع در حالت برداری دارای ساختار ویژه‌ای است که به آن شبکه نامنظم مثلث‌بندی TIN² اطلاق می‌گردد. لازمه ایجاد مدل رقومی ارتفاع در اختیار داشتن داده‌های اولیه ارتفاعی می‌باشد. خطوط تراز ارتفاعی نقشه‌های توپوگرافی، داده‌های حاصل از ترازیبی (نقشه‌برداری) و نقطه‌های ارتفاعی با شبکه‌های نامنظم می‌توانند به عنوان داده‌های اولیه ارتفاعی جهت ساخت مدل رقومی ارتفاع مورد استفاده قرار گیرند. در فرآیند تهیه مدل رقومی، داده‌های ارتفاعی اولیه (خطوط و نقاط) به روشهای درون‌یابی به تمام سطح منطقه تعمیم داده می‌شوند. مسلماً هر چه تراکم داده‌های اولیه ارتفاعی بیشتر باشد، تهیه مدل رقومی ارتفاع از دقت بالاتری برخوردار خواهد بود [۲۴]. از جمله کاربردهای مدل رقومی ارتفاع، تهیه نقشه‌های شیب، جهت و کلاسه‌های ارتفاعی است.

۱-۲-۵ نقشه‌های شیب و جهت

نقشه‌های طبقات شیب این خاصیت را دارند که نخست شیب‌های یک ناحیه را سریعتر و آسانتر می‌توان روی آن تشخیص داد. دوم آنکه از طبقات شیب برای تشکیل واحدهای شکل زمین که اساس شناسایی منابع اکولوژیکی هستند استفاده می‌شود و سوم آنکه با داشتن نقشه‌های طبقات شیب، به همراه نقشه طبقات سایر پارامترها، می‌توان راحت‌تر به ارزیابی و سپس برنامه‌ریزی استفاده از سرزمین پرداخت [۲۵]. نقشه جهت به دلیل تفاوت در میزان انرژی

1- Digital Elevation Model

2- Triangular Irregular Network

دریافتی از خورشید و به تبع آن زمان خشک شدن جاده و بسته شدن آن در فصل زمستان می‌تواند در دوام و نگهداری جاده تأثیر داشته باشد.